

DERWENT-ACC-NO: 1995-165060

DERWENT-WEEK: 199522

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Plasma treatment device giving uniform plasma - has
antennae, light detector and power controller

PATENT-ASSIGNEE: HITACHI LTD[HITA]

PRIORITY-DATA: 1993JP-0225695 (September 10, 1993)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP <u>07086179</u> A	March 31, 1995	N/A	007	H01L 021/205

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 07086179A	N/A	1993JP-0225695	September 10, 1993

INT-CL (IPC): C23C016/50, C23F004/00 , H01L021/205 , H05H001/46

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 07086179A

BASIC-ABSTRACT:

The device comprises antennae to which power is supplied from high frequency power supplies, a light detecting means to detect the emitted condition of plasma and a power controller to find the emission distribution of plasma, calculate antenna-supplied power and control the high frequency power supplies.

ADVANTAGE - Uniform plasma treatment is given to the surface of a wafer.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4

TITLE-TERMS: PLASMA TREAT DEVICE UNIFORM PLASMA ANTENNA LIGHT DETECT
POWER
CONTROL

DERWENT-CLASS: L03 M14 U11 V05 X14

CPI-CODES: L03-H04D; L04-D04; M14-A02;

EPI-CODES: U11-C09C; V05-F05C1A; V05-F05C3; V05-F05E5A; X14-F02;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1995-076242
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1995-129577

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-86179

(43)公開日 平成7年(1995)3月31日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205				
C 2 3 C 16/50				
C 2 3 F 4/00		D 8417-4K		
H 0 5 H 1/46		R 9014-2G		

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-225695

(22)出願日 平成5年(1993)9月10日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 白川 真司

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 手束 勉

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 吉岡 健

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所エネルギー研究所内

(74)代理人 弁理士 秋本 正実

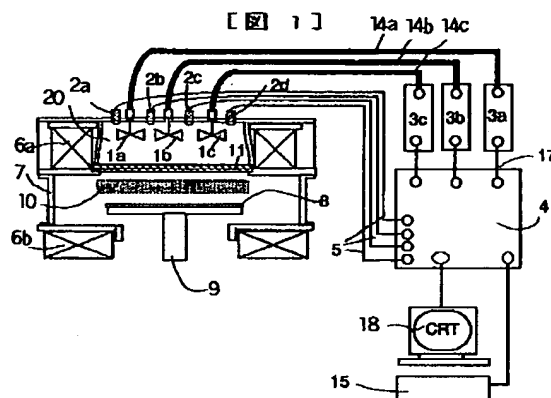
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【目的】 大面積の試料を均一にプラズマ処理する装置の小型化を図る。

【構成】 真空室7内に設置されたプラズマ処理対象の試料8に対向する位置に複数のアンテナ1a, 1b, 1cを設置し、各アンテナ1a~1cから電磁波を放射させると共に、電磁コイル6a, 6bから磁場を印加して、試料8前面に電子サイクロトロン共振条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室7内に導入して前記領域にプラズマ10を発生させる。各アンテナ1a~1cには夫々別の高周波電源3a, 3b, 3cから電力を供給するようにし、プラズマの発光状態を光センサ2a, 2b, 2c, 2dで検出する。電源制御手段4は、光センサ2a~2dの検出信号からプラズマの発光分布を求め、発光分布を均一分布とする各アンテナ供給電力を算出し、算出した値により各高周波電源3a~3cを制御する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空室内に設置されたプラズマ処理対象の試料に対向する位置にアンテナを設置し、該アンテナから電磁波を放射させると共に磁気コイルから磁場を印加して試料前面に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室内に導入して前記領域にプラズマを発生させ、試料をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、前記アンテナとして夫々別の高周波電源から電力が供給される複数のアンテナを設けると共に、前記プラズマの発光状態を検出する光検出手段と、該光検出手段の検出信号から前記プラズマの発光分布を求め該発光分布を均一分布とする各アンテナ供給電力を算出し算出した値により前記各高周波電源を制御する電源制御手段とを設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 真空室内に設置されたプラズマ処理対象の試料に対向する位置にアンテナを設置し、該アンテナから電磁波を放射させると共に磁気コイルから磁場を印加して試料前面に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室内に導入して前記領域にプラズマを発生させ、試料をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、同一高周波電源で駆動される複数のアンテナであって各アンテナから放射される電磁波の及ぶ範囲でプラズマ密度が均一となるように高周波電源と各アンテナとの接続ケーブルの長さが調整されたアンテナ系を前記試料前面に複数設けると共に、前記プラズマの全体の発光状態を検出する光検出手段と、該光検出手段の検出信号から前記プラズマの全体の発光分布を求め該発光分布を均一分布とする各アンテナ系への供給電力を算出し算出した値により前記各アンテナ系の高周波電源を制御する電源制御手段とを設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 真空室内に設置されたプラズマ処理対象の試料に対向する位置にアンテナを設置し、該アンテナから電磁波を放射させると共に磁気コイルから磁場を印加して試料前面に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室内に導入して前記領域にプラズマを発生させ、試料をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、前記アンテナとして夫々別の高周波電源から電力が供給される複数のアンテナを設けると共に、前記プラズマの発光状態を検出する光検出手段と、該光検出手段の検出信号から前記プラズマの発光分布を求め該発光分布を均一分布とする各アンテナ供給電力を算出し算出した値により前記各高周波電源を制御する電源制御手段と、前記プラズマの発光分布を画面に表示する表示手段とを設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】 真空室内に設置されたプラズマ処理対象の試料に対向する位置にアンテナを設置し、該アンテナから電磁波を放射させると共に磁気コイルから磁場を印

2

加して試料前面に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室内に導入して前記領域にプラズマを発生させ、試料をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、同一高周波電源で駆動される複数のアンテナであって各アンテナから放射される電磁波の及ぶ範囲でプラズマ密度が均一となるように高周波電源と各アンテナとの接続ケーブルの長さが調整されたアンテナ系を前記試料前面に複数設けると共に、前記プラズマの全体の発光状態を検出する光検出手段と、該光検出手段の検出信号から前記プラズマの全体の発光分布を求め該発光分布を均一分布とする各アンテナ系への供給電力を算出し算出した値により前記各アンテナ系の高周波電源を制御する電源制御手段と、前記プラズマの全体の発光分布を画面に表示する表示手段を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】 真空室内に設置されたプラズマ処理対象の試料に対向する位置にアンテナを設置し、該アンテナから電磁波を放射させると共に磁気コイルから磁場を印加して試料前面に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室内に導入して前記領域にプラズマを発生させ、試料をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、前記アンテナとして夫々別の高周波電源から電力が供給される複数のアンテナを設けると共に、前記プラズマ密度分布の目標均一度を設定入力する入力手段と、前記プラズマの発光状態を検出する光検出手段と、該光検出手段の検出信号から前記プラズマの密度分布を求め該密度分布を前記目標均一度とする各アンテナ供給電力を算出し算出した値により前記各高周波電源を制御する電源制御手段とを設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】 真空室内に設置されたプラズマ処理対象の試料に対向する位置にアンテナを設置し、該アンテナから電磁波を放射させると共に磁気コイルから磁場を印加して試料前面に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室内に導入して前記領域にプラズマを発生させ、試料をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、同一高周波電源で駆動される複数のアンテナであって各アンテナから放射される電磁波の及ぶ範囲でプラズマ密度が均一となるように高周波電源と各アンテナとの接続ケーブルの長さが調整されたアンテナ系を前記試料前面に複数設けると共に、前記プラズマの全体の密度分布の目標均一度を設定入力する入力手段と、前記プラズマの全体の発光状態を検出する光検出手段と、該光検出手段の検出信号から前記プラズマの密度分布を求め該密度分布が前記目標均一度となる各アンテナ系への供給電力を算出し算出した値により前記各アンテナ系の高周波電源を制御する電源制御手段とを設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項7】 請求項1乃至請求項6において、電源制御手段は、プラズマ発光中所定時間毎にプラズマ密度均

50

一処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項8】 請求項1乃至請求項7において、電源制御手段は、各アンテナと試料との相対的配置位置に基づく重み付けをして各アンテナへの給電電力の計算を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項9】 請求項8において、重み付けを行う重み係数を設定入力する入力手段を備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項10】 請求項1乃至請求項9のいずれかにおいて、各アンテナに供給する電力の総和を一定にすることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項11】 真空室内に設置されたプラズマ処理対象の試料に対向する位置にアンテナを設置し、該アンテナから電磁波を放射させると共に磁気コイルから磁場を印加して試料前面に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室内に導入して前記領域にプラズマを発生させ試料をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、前記アンテナとして同一高周波電源から電力が供給される複数のアンテナを設けると共に、各アンテナから放射される電磁波により前記プラズマの密度分布が均一となるように前記高周波電源と各アンテナとを接続するケーブルの長さが調整されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項12】 請求項1乃至請求項11のいずれかにおいて、各アンテナは平面アンテナであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項13】 電源制御手段は電磁コイルの制御も併せ行ってプラズマ密度を均一に制御することを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれかあるいは請求項11または請求項12に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はアンテナから発生させた高周波電力と磁気コイルから発生させた磁場とによる電子サイクロトロン共鳴現象を利用したマイクロ波プラズマ処理装置に係り、特に、大面積を均一に処理するのに好適なプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造において、プラズマCVD法やエッチングによるシリコンウェハの処理が盛んに行なわれている。また、ウェハの大面積化に伴い大面積ウェハ表面を均一に処理する技術の開発が望まれている。

【0003】電子サイクロトロン共鳴を用いたプラズマ処理装置では、真空容器内で高周波電磁波を発生させ、この電磁波の電界成分に対し垂直方向成分を有する磁場を磁気コイルで発生させ、真空容器内に電子サイクロトロン共鳴現象を起こす領域を形成する。この領域にガスを導入してプラズマを発生させると、このプラズマは磁場に沿って移動するが、ウェハと鎮交する磁束に沿ったプラズマがウェハ方向へと運ばれると、ウェハのプラズ

マ処理が行なわれる。

【0004】例えば特開平4-48078号公報記載の従来技術では、真空容器内のウェハ上方に設置した1つのアンテナを4つに分岐させ、大面積のプラズマ処理を行えるようにしている。しかし、この従来技術では、高々直径15cm程度のウェハを処理できるにすぎない。それは、ウェハ半径方向に均一なプラズマを発生させるにはこの従来技術では限界があるためである。

【0005】近年では、コンピュータのディスプレイ装置として液晶パネルを用いるものが増えており、この液晶パネルの基板をプラズマ処理できる装置の開発が急がれている。現在のディスプレイ装置の主流は14インチのCRTであり、17インチ、20インチへの大型化の要望も高い。このCRTを用いたディスプレイ装置に対抗する大きさの液晶パネルを製造するには、その大きさのウェハをプラズマ処理できる装置を開発する必要がある。

【0006】そこで、図5に示すように、ウェハに近づくほど径が拡大される導波管を用いてプラズマ生成部へ電磁波を導入する手法が採用されることになる。しかし、この従来技術による電磁波の電界分布は、中心部で強く周辺部で弱くなるため、プラズマ密度分布も同様に中心部で密、周辺部で疎な分布になる。このような不均一なプラズマが生成されると、そのままの密度分布でプラズマがウェハへと運ばれ、ウェハ表面の処理が不均一になってしまう。例えば、CVD法により、ウェハ表面に薄膜を形成させると、ウェハ中心部の膜厚が厚くなり、外縁部で膜厚が薄いといった現象が起きてしまう。

【0007】このような技術課題を解決する従来技術として、特開平4-55382号公報記載のものがある。この従来技術では、導波管内部に金属板を挿入してプラズマ生成部に入射する電磁波エネルギーを均一にし、ウェハを均一に処理するようにしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述した特開平4-55382号公報記載の従来技術によれば、それ以前の従来技術では処理できなかった大面積の均一処理が可能になる。しかし、導波管をテーパ状に広げる必要があるため、導波管の高さが高くなり、装置全体が大型化してしまうという問題がある。導波管の高さは、処理対象とするウェハの面積が大きくなるほど高くする必要があり、将来処理対象とするウェハの大きさを考えると、この従来技術を適用するには限界がある。

【0009】本発明の目的は、電磁波導波路部の装置容積を小さくし、大面積ウェハの均一なプラズマ処理を実現するプラズマ処理装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的は、真空室内に設置されたプラズマ処理対象の試料に対向する位置にアンテナを設置し、該アンテナから電磁波を放射させると

5

共に磁気コイルから磁場を印加して試料前面に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域を発生させ、反応ガスを真空室内に導入して前記領域にプラズマを発生させ試料をプラズマ処理するプラズマ処理装置において、前記アンテナとして夫々別の高周波電源から電力が供給される複数のアンテナを設けると共に、前記プラズマの発光状態を検出する光検出手段と、該光検出手段の検出信号から前記プラズマの発光分布を求め該発光分布を均一分布とする各アンテナ供給電力を算出し算出した値により前記各高周波電源を制御する電源制御手段とを設けること

【0011】上記目的はまた、アンテナとして同一高周波電源から電力が供給される複数のアンテナを設けると共に、各アンテナから放射される電磁波によりプラズマの密度分布が均一となるように前記高周波電源と各アンテナとを接続するケーブルの長さを調整しておくことで、達成される。

【0012】

【作用】複数のアンテナから放射される電磁波により、電子サイクロトロン共鳴領域にプラズマが発生する。プラズマの発光強度分布を光検出手段の検出信号により得て、プラズマ密度を推定する。プラズマ密度に粗密がある場合、プラズマが疎の領域の近傍にあるアンテナの給電電力を大きくし、密の領域の近傍にあるアンテナの給電電力を小さくするように制御する。この時、給電電力の総和が変化しないように、各アンテナへの給電電圧を制御するのが好ましい。生成プラズマの密度分布の粗密が規定値以内になったときには、各アンテナへの給電電力を一定に保ち、プラズマ密度を一定する。

【0013】また、各アンテナから放射される電磁波の位相は、各アンテナと電源とを接続するケーブルの長さに依存するため、各ケーブルの長さを調整しておくことで、プラズマ密度の均一性を図ることが可能となる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例に係るプラズマ処理装置の構成図であ、図3は、このプラズマ処理装置の機能構成図である。本実施例に係るプラズマ処理装置は、真空容器7を備える。真空容器7の上部には真空窓11が設けられ、この上にアンテナ室20が連設されている。アンテナ室20の外周には電磁コイル6aが設けられ、真空容器7の下部外周にも電磁コイル6bが設けられている。真空容器7内には、基板ホルダ9が設けられており、この基板ホルダ9の上に処理対象物であるウェハ8が載せられる。

【0015】アンテナ室20には、複数のアンテナ（図示したの3つ）1a、1b、1cが設置され、各アンテナ1a、1b、1cは、夫々ケーブル14a、14b、14cにより高周波電源3a、3b、3cに接続されている。アンテナ室20の上壁には複数（図示の例では4

6

つ）の光センサ2a、2b、2c、2dが設置されている。

【0016】本実施例に係るプラズマ処理装置は、更に、電源制御用演算器4を備える。この電源制御用演算器4は、出力装置であるCRT表示装置18と入力装置であるキーボード15が接続され、上記の光センサ2a～2dの検出信号を取り込んで詳細は後述する演算処理を行い、演算結果に基づいて各高周波電源3a～3dを制御し、真空容器7内に生成されるプラズマの密度を均一にする。

【0017】電源制御用演算器4の制御信号により、各アンテナ1a、1b、1cは夫々の給電電力に応じた電磁波を放射し、この電磁波は真空窓11を通して真空容器7に入る。一方、アンテナ1a～1cからの電磁波放射と同時に、電磁コイル6a、6bにより磁場が発生され、真空容器7に電子サイクロトロン共鳴条件を満たす領域が形成される。そして、この領域に図示しないバルブを通して反応ガスが導入されると、プラズマ10が生成される。生成されたプラズマ10は、磁力線によって基板8方向に誘導される。

【0018】図2は、電源制御用演算器4の制御手順を示すフローチャートである。電源制御用演算器4は、先ず、オペレータが入力装置14から入力する作動条件データ（反応ガス種、目標均一度）、制御変数データ（初期給電電圧、重み係数）を読み込む（ステップ1）。次に電磁波の放射でプラズマ10を発生させ（ステップ2）ると、各光センサ2a～2dの検出信号を取り込み、プラズマの光分布を算出する（ステップ3）。そして、この光分布つまりプラズマの均一度がステップ1で取り込んだ目標値に達しているか否かを判定し（ステップ4）、目標値に達していないときは次のステップ5に進む。

【0019】ステップ5で電源制御用演算器4は、プラズマ密度の疎な部分に当たるアンテナの放射強度を強める様に、また、プラズマ密度の密な部分に当たるアンテナの放射強度を弱める様に、各アンテナの補正給電電圧を計算する。この時、各アンテナへの給電電圧の変化は、プラズマの密度変化に応じて重みを付け、アンテナへの給電電力の和は一定にするように計算する。そして、次のステップ6で補正給電電圧を給電する。

【0020】以上のステップ2～ステップ6を繰り返すことで、プラズマ10は均一に生成され、このプラズマ10は磁力線によって基板8に運ばれ、均一なプラズマ処理がなされる。この一連の制御及びプラズマ分布情報はCRTに画像情報として表示され、キーボード等の入力装置15を用いて作業者が情報のストック、制御変数の指示を行なう。この入力装置15から処理終了の命令が入力されたときはステップ7で終了と判定され、このプラズマ処理を終了する。

【0021】電磁波源として用いるアンテナは、図1に

50

7

示した三角板を組み合わせたアンテナに限定されるものではなく、図4に示すようなヘリカルアンテナ12a、12b、12cでもよく、更に、ダイポールアンテナやループアンテナ等の線状アンテナ、またはマイクロストリップアンテナ等の板状アンテナであっても良い。特に指向性の強いアンテナで電磁波源を構成することによって、プラズマ生成位置とアンテナとの関連性を強めることができ、制御し易くできる。また、光センサは図1に示すように複数のセンサを間隔を開けて設置する構成に限定されるものでなく、一ヶ所にカメラを設置する構成

【0022】図5は、本発明の第2実施例に係るプラズマ処理装置の真空容器7の構成図である。本実施例のプラズマ処理装置は、第1実施例と同様の原理でプラズマを生成し、プラズマ10を試料面へ誘導している。しかし、本実施例ではアンテナ対応に高周波電源を設けるのではなく、同一の高周波電源（図示省略）から分配器13a、13b…により電力を複数のアンテナに分配給電し、第1実施例より電源数を減らしコスト低減、省スペース化を図っている。

【0023】本実施例では、分配器で給電ケーブルを分岐することによって、各アンテナに供給する給電電力を分配すると共に、分配器間或いは分配器とアンテナ給電部間の給電ケーブルの長さを調整することで、各アンテナに給電される電圧の位相を変えることができ、電源制御用演算器無しでも第1実施例と同様にプラズマ密度分布が均一になるように電磁波強度分布を制御できる。また、本実施例で示された同一電源から給電されている複数のアンテナを一つのアンテナ系と見なし、各アンテナ系に対して第1実施例と同様な電源制御用演算器を用いて制御し、より大面積ウェハのプラズマ処理を行うことができる。

【0024】尚、上記実施例は、電子サイクロトロン共鳴領域で生成されるプラズマの密度分布の均一度を向上させるために、プラズマ反応室（真空容器）への入射電磁波強度分布を制御しているが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、磁場発生を制御すること

8

で、また磁場発生と電磁波発生を両方制御することでプラズマ密度を制御することも可能である。

【0025】

【発明の効果】高周波電力と磁場を印加することにより真空容器1内に電子サイクロトロン共鳴条件を発生させる手段と複数の電磁波源と該電磁波源への供給電力を個別に変化させる制御装置で構成したことを特徴としたプラズマ処理装置。光センサ信号から推定したプラズマ密度分布に対して各アンテナへの給電電力を制御して、均一度の高いプラズマを生成する。その結果、ウェハ表面で均一なプラズマ処理が行なわれる。

【0026】本発明によれば、装置の小型化を図ることができ、しかも、大面積ウェハの均一なプラズマ処理が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係るプラズマ処理装置の構成図である。

【図2】図1に示す電源制御用演算器の処理手順を示すフローチャートである。

20 【図3】図1に示すプラズマ処理装置の機能構成図である。

【図4】ヘリカルアンテナを用いたプラズマ処理装置の要部構成図である。

【図5】本発明の第2実施例に係るプラズマ処理装置の要部構成図である。

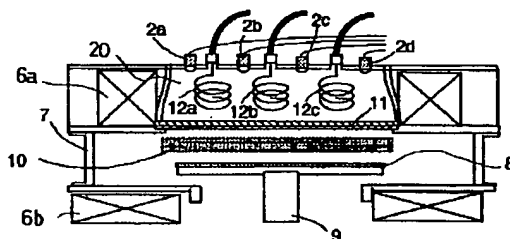
【図6】従来の実施例のプラズマ処理装置の全体構成を示す縦断面図である。

【符号の説明】

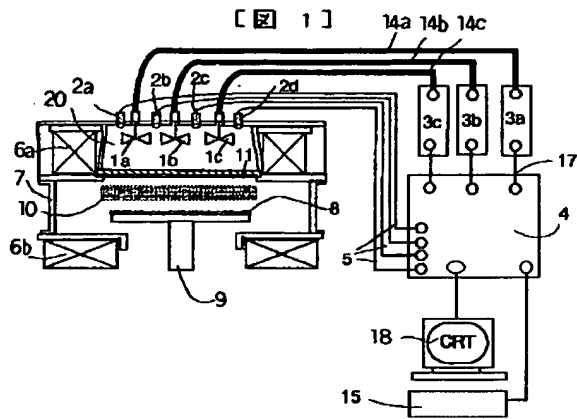
1a、1b、1c、1d、1e、1f…アンテナ、2a、2b、2c、2d、2e、2f、2g…光センサ、3a、3b、3c…高周波電源、4…電源制御用演算器、5…センサ用ケーブル、6…磁気コイル、7…真空容器、8…基板（ウェハ）、9…基板ホルダ、10…プラズマ、11…真空窓、12a、12b、12c…ヘリカルアンテナ、13a、13b…分配器、14…給電ケーブル、15…入力装置、16…導波管、17…電源制御用信号ケーブル、18…ディスプレイ装置、20…アンテナ室。

【図4】

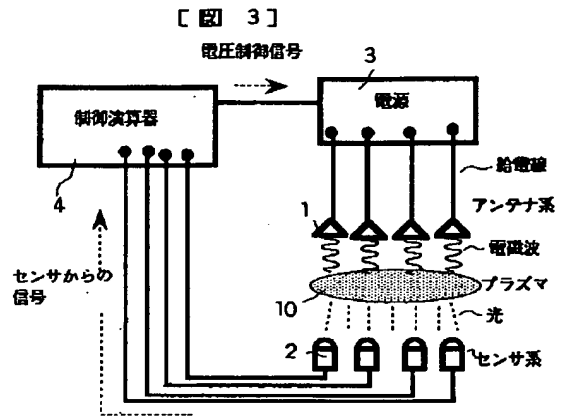
【図4】



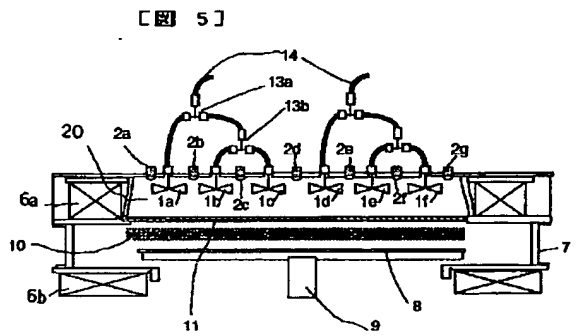
【図1】



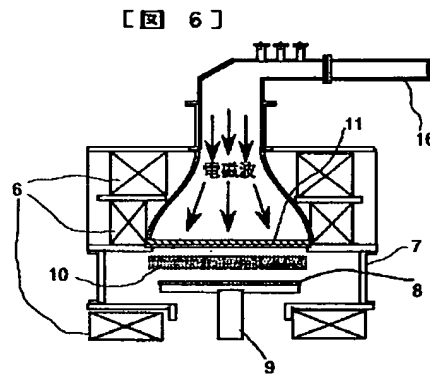
【図3】



【図5】

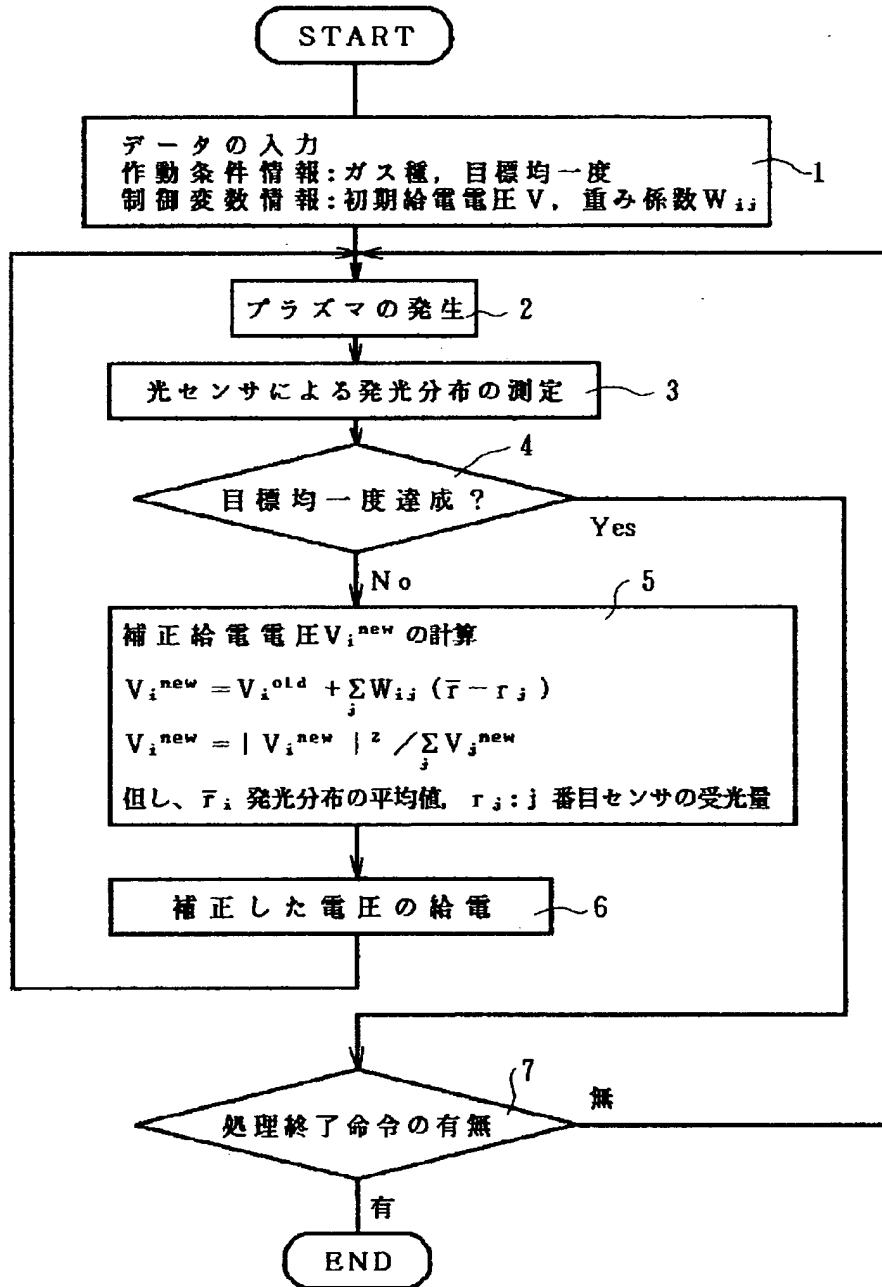


【図6】



【図2】

[図 2]



フロントページの続き

(72)発明者 数見 秀之

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
式会社日立製作所エネルギー研究所内

(72)発明者 横森 昭仁

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
式会社日立製作所エネルギー研究所内

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the microwave plasma treatment equipment using the electron cyclotron resonance phenomenon by the high-frequency power generated from the antenna, and the magnetic field generated from the magnet coil, and relates to suitable plasma treatment equipment to process a large area to homogeneity especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] In semi-conductor manufacture, processing of the silicon wafer by the plasma-CVD method or etching is performed briskly. Moreover, development of the technique of processing a large area wafer front face to homogeneity with large-area-izing of a wafer is desired.

[0003] With the plasma treatment equipment using a electron cyclotron resonance, a RF electromagnetic wave is generated within a vacuum housing, the magnetic field which has a perpendicular direction component to the electric-field component of this electromagnetic wave is generated with a magnet coil, and the field from which a electron cyclotron resonance phenomenon is started is formed in a vacuum housing. If gas is introduced into this field and the plasma is generated, this plasma will move along a magnetic field, but if the plasma in alignment with the magnetic flux interlinked with a wafer is carried in the direction of a wafer, plasma treatment of a wafer will be performed.

[0004] For example, one antenna installed in the wafer upper part in a vacuum housing is branched to four, and it enables it to perform plasma treatment of a large area with the conventional technique given in JP,4-48078,A. however -- this conventional technique -- at most -- a wafer with a diameter of about 15cm can be processed -- it is not alike too much. It is because there is a limitation in generating the plasma uniform to the wafer radial with this conventional technique.

[0005] In recent years, what uses a liquid crystal panel as a display unit of a computer is increasing, and development of the equipment which can carry out plasma treatment of the substrate of this liquid crystal panel is hurried. The mainstream of a current display unit is 14 inches CRT, and is high. [of a request of 17 inches and the enlargement to 20 inches] In order to manufacture the liquid crystal panel of the magnitude which opposes the display unit using this CRT, it is necessary to develop the equipment which can carry out plasma treatment of the wafer of that magnitude.

[0006] Then, the technique of introducing an electromagnetic wave to the plasma production section using the waveguide to which a path is expanded will be adopted, so that a wafer is approached, as shown in drawing 5 . However, since electric-field distribution of the

electromagnetic wave by this conventional technique becomes [in a core] it is strong and weak at a periphery, plasma density distribution turns into **** distribution by dense and the periphery similarly in a core. If such uneven plasma is generated, the plasma will be carried to a wafer by density distribution as it is, and processing on the front face of a wafer will keep that it is uneven. For example, with a CVD method, if a thin film is made to form in a wafer front face, the thickness of a wafer core will become thick and the phenomenon in which thickness is thin will occur in the rim section.

[0007] There is a thing given in JP,4-55382,A as a conventional technique which solves such a technical technical problem. He makes into homogeneity electromagnetic wave energy which inserts a metal plate in the interior of a waveguide, and carries out incidence to the plasma production section, and is trying to process a wafer to homogeneity with this conventional technique.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to the conventional technique given in JP,4-55382,A mentioned above, homogeneity processing of the large area which was not able to be processed is attained with the conventional technique before it. However, since it is necessary to open a waveguide in the shape of a taper, the height of a waveguide becomes high and there is a problem that the whole equipment will be enlarged. It is necessary to make the height of a waveguide so high that the area of the wafer made into a processing object become large, and considering the magnitude of the wafer to be made into a processing object in the future, there is a limitation in applying this conventional technique.

[0009] The purpose of this invention makes small the equipment volume of the electromagnetic wave waveguide section, and is to offer the plasma treatment equipment which realizes uniform plasma treatment of a large area wafer.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned purpose installs an antenna in the location which counters the sample for [which was installed in the vacuum chamber] plasma treatment. The field which impresses a magnetic field from a magnet coil and fulfills electron cyclotron resonance conditions in the front face of a sample while making an electromagnetic wave emit from this antenna is generated. While forming two or more antennas with which power is supplied from an RF generator respectively different as said antenna in the plasma treatment equipment which introduce reactant gas in a vacuum chamber, and said field is made to generate the plasma, and carries out plasma treatment of the sample It is attained by establishing a power control means to control said each RF generator by the value which computed and computed each antenna supply voltage which considers this illuminant cloth as homogeneity distribution in quest of the illuminant cloth of said plasma from the detecting signal of a photodetection means to detect the luminescence condition of said plasma, and this photodetection means.

[0011] The above-mentioned purpose is adjusting the die length of the cable which connects said RF generator and each antenna so that the density distribution of the plasma may become uniform by the electromagnetic wave emitted from each antenna, and is attained while it forms two or more antennas with which power is supplied from the same RF generator as an antenna again.

[0012]

[Function] By the electromagnetic wave emitted from two or more antennas, the plasma occurs to a electron cyclotron resonance field. The luminescence intensity distribution of the plasma are acquired by the detecting signal of a photodetection means, and a plasma consistency is presumed. When roughness and fineness are in a plasma consistency, electric supply power of

the antenna which has the plasma near the field of a non-dense is enlarged, and it controls to make small electric supply power of the antenna near the dense field. At this time, it is desirable to control the electric supply electrical potential difference to each antenna so that total of electric supply power may not change. When the roughness and fineness of the density distribution of the generation plasma become within default value, the electric supply power to each antenna is kept constant, and a plasma consistency is fixed.

[0013] Moreover, in order to be dependent on the die length of the cable which connects each antenna and a power source, the phase of the electromagnetic wave emitted from each antenna is adjusting the die length of each cable, and becomes possible [planning homogeneity of a plasma consistency].

[0014]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained with reference to a drawing. ** and drawing 3 are the functional block diagrams of this plasma treatment equipment in the block diagram of the plasma treatment equipment which drawing 1 requires for one example of this invention. The plasma treatment equipment concerning this example is equipped with a vacuum housing 7. The vacuum aperture 11 is formed in the upper part of a vacuum housing 7, and the antenna rooms 20 are formed successively on this. the periphery of the antenna room 20 -- electromagnetism -- coil 6a prepares -- having -- the lower periphery of a vacuum housing 7 -- electromagnetism -- coil 6b is prepared. The substrate holder 9 is formed in the vacuum housing 7, and the wafer 8 which is a processing object is carried on this substrate holder 9.

[0015] Two or more antennas (it illustrated [three]) 1a, 1b, and 1c are installed in the antenna room 20, and each antennas 1a, 1b, and 1c are connected to RF generators 3a, 3b, and 3c by Cables 14a, 14b, and 14c, respectively. Photosensor 2a of plurality (the example of illustration four), 2b, and 2c and 2d are installed in the upper wall of the antenna room 20.

[0016] The plasma treatment equipment concerning this example is further equipped with the computing element 4 for power control. The keyboard 15 which is CRT display 18 and input device which are an output unit is connected, and this computing element 4 for power control performs data processing which incorporates the detecting signal which are the above-mentioned photosensors 2a-2d, and is mentioned later for details, controls each RF generators 3a-3d based on the result of an operation, and makes homogeneity the consistency of the plasma generated in a vacuum housing 7.

[0017] With the control signal of the computing element 4 for power control, each antennas 1a, 1b, and 1c emit the electromagnetic wave according to each electric supply power, and this electromagnetic wave goes into a vacuum housing 7 through the vacuum aperture 11. on the other hand -- the electro magnetic radiation from Antennas 1a-1c, simultaneously electromagnetism -- a magnetic field is generated by Coils 6a and 6b, and the field which fulfills electron cyclotron resonance conditions to a vacuum housing 7 is formed. And the plasma 10 will be generated if reactant gas is introduced through the bulb which is not illustrated to this field. The generated plasma 10 is guided in the substrate 8 direction with line of magnetic force.

[0018] Drawing 2 is a flow chart which shows the control procedure of the power control computing element 4. The computing element 4 for power control first reads the actuation condition data (the reactant gas kind, target uniformity coefficient) and control-variable data (the initial electric supply electrical potential difference, weighting factor) which an operator inputs from an input device 14 (step 1). Next, the plasma 10 is generated in radiation of an electromagnetic wave (step 2), ** and an each photosensors [2a-2d] detecting signal are incorporated, and optical distribution of the plasma is computed (step 3). And when the uniformity coefficient of this optical distribution, i.e., the plasma, judges whether the desired value incorporated at step 1 is reached (step 4) and has not reached desired value, it progresses to

the following step 5.

[0019] At step 5, the computing element 4 for power control calculates the amendment electric supply electrical potential difference of each antenna so that the intensity of radiation of the antenna equivalent to the **** part of a plasma consistency may be strengthened, and so that the intensity of radiation of the antenna equivalent to a part with a dense plasma consistency may be weakened. At this time, change of an electric supply electrical potential difference at each antenna attaches weight according to consistency change of the plasma, and the sum of the electric supply power to an antenna is calculated so that it may be made regularity. And electric power is supplied in an amendment electric supply electrical potential difference at the following step 6.

[0020] By repeating the above step 2 - step 6, the plasma 10 is generated by homogeneity, this plasma 10 is carried by the substrate 8 with line of magnetic force, and uniform plasma treatment is made. This the control of a series of and plasma distribution information are displayed on CRT as image information, and an operator performs an informational stock and directions of a control variable using the input units 15, such as a keyboard. When an instruction of processing termination is inputted from this input unit 15, it is judged with termination at step 7, and this plasma treatment is ended.

[0021] the helical antennas 12a, 12b, and 12c as the antenna used as a source of an electromagnetic wave not limited to the antenna which combined three corner guards shown in drawing 1 and shown in drawing 4 -- ***** -- further -- lines, such as a dipole antenna and a loop antenna, -- you may be tabular antennas, such as an antenna or a microstrip antenna. It can be made easy to be able to strengthen the relevance of a plasma production location and an antenna and to control by constituting the source of an electromagnetic wave from a powerful, especially directive antenna. Moreover, a photosensor may be the configuration of not being limited to the configuration which opens two or more sensors and installs spacing as shown in drawing 1, and installing a camera in one place.

[0022] Drawing 5 is the block diagram of the vacuum housing 7 of the plasma treatment equipment concerning the 2nd example of this invention. The plasma treatment equipment of this example generates the plasma by the same principle as the 1st example, and is guiding the plasma 10 to the sample side. However, in this example, an RF generator is not prepared in antenna correspondence, but distribution electric supply of the power is carried out by distributor 13a and 13b-- from the same RF generator (illustration abbreviation) at two or more antennas, from the 1st example, the number of power sources is reduced and cost reduction and space-saving-ization are attained.

[0023] In this example, while distributing the electric supply power supplied to each antenna by branching an electric supply cable with a distributor, even if he has no computing element for power control, electromagnetic wave intensity distribution are controllable [the phase of the electrical potential difference to which electric power is supplied by each antenna is changeable, and] by adjusting the die length of the electric supply cable between distributors or between a distributor and the antenna electric supply section so that plasma density distribution becomes homogeneity like the 1st example. Moreover, it can consider that two or more antennas to which electric power is supplied from the same power source shown by this example are one antenna system, they can be controlled using the same computing element for power control as the 1st example to each antenna system, and plasma treatment of a large area wafer can be performed more.

[0024] In addition, although the incidence electromagnetic wave intensity distribution to a plasma reaction chamber (vacuum housing) are controlled in order that the above-mentioned example may raise the uniformity coefficient of the density distribution of the plasma generated

in a electron cyclotron resonance field, this invention is not being limited to an above-mentioned example and controlling magnetic field generating, and it is also possible to control a plasma consistency by controlling both magnetic field generating and electromagnetic wave generating.
[0025]

[Effect of the Invention] Plasma treatment equipment characterized by constituting the supply voltage to the means, two or more sources of an electromagnetic wave, and this source of an account electromagnetic wave which generate electron cyclotron resonance conditions in a vacuum housing 1 by impressing high-frequency power and a magnetic field from a control unit changed according to an individual. The electric supply power to each antenna is controlled to the plasma density distribution presumed from the photosensor signal, and the plasma with a high uniformity coefficient is generated. Consequently, uniform plasma treatment is performed on a wafer front face.

[0026] According to this invention, the miniaturization of equipment can be attained and, moreover, the uniform plasma treatment of a large area wafer becomes possible.

[Translation done.]